

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PCT/EP 99/07345

EP 99
07345

09/806793



REC'D	09 DEC 1999
WIPO	PCT

Bescheinigung

ESU

Die Jetter GmbH in Ludwigsburg, Württ/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Prozesssteuerung"

am 6. Oktober 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die Anmeldung ist auf die Jetter AG in Ludwigsburg, Baden/Deutschland umgeschrieben worden.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole G 05 B und G 08 C der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 12. November 1999
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Aktenzeichen: 198 45 876.2

Weihmayr

PRIORITY DOCUMENT

H 23.11.99

Anmelderin:

Jetter GmbH
Gräterstraße 2

71642 Ludwigsburg

Ro/Ku
06.10.1998

Prozeßsteuerung

Die Erfindung betrifft eine Prozeßsteuerung mit miteinander verketteten Datenmodulen, insbesondere speicherprogrammierbaren Steuereinheiten (SPS).

Bei herkömmlichen Prozeßsteuerungen sind die Datenmodule über einen Bus miteinander verknüpft. Dabei ist vorgesehen, daß die einzelnen Datenmodule die von ihnen ermittelten, anderen Datenmodulen zuzuleitenden Daten zu beliebigen, ohne Gesetzmäßigkeit bestimmten Zeitpunkten absetzen. Der Datenaustausch kann allerdings nur dann funktionieren, wenn auf dem Bus jeweils nur die Daten eines einzigen Datenmoduls übertragen werden. Falls zwei oder mehrere Datenmodule ihre Daten gleichzeitig absetzen, beendet jedes dieser Datenmodule sofort seine Datensendung und wiederholt die jeweilige Datensendung nach einer durch Zufallsgenerierung bestimmten Zeitspanne. Auf diese Weise kann nach Wahrscheinlichkeit in der Regel verhindert werden, daß die vorgenannten Datenmodu-

4 25 11 99

le erneut gleichzeitig zu senden suchen. Im übrigen ist bei herkömmlichen Systemen vorgesehen, daß ein Datenmodul nur dann zu senden beginnt, wenn der Bus frei ist, d.h. keine Datensendung eines anderen Datenmodules erkennbar ist. Auf diese Weise wird gewährleistet, daß ein von einem Datenmodul initiierte Datensendung während der Sendung nicht dadurch gestört werden können, daß ein weiteres Datenmodul zu senden beginnt.

Bei umfangreichen Prozeßsteuerungen treten kollidierende Datensendungen vergleichsweise häufig auf, mit der Folge, daß der Datenaustausch erheblich bzw. in einem Maße verzögert werden kann, daß eine optimale Steuerung des jeweiligen Prozesses nicht mehr bzw. nicht mehr mit der gewünschten Schnelligkeit möglich wird.

Deshalb ist es Aufgabe der Erfindung, eine Prozeßsteuerung zu schaffen, welche einen bezüglich des Zeitbedarfes gut reproduzierbaren Datenaustausch ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Verkettung von Schaltnaben (Hub Switches) mit jeweils mehreren Anschlüssen sowie zugeordneter Speicheranordnung gelöst, wobei jede Schaltnabe ihre Anschlüsse jeweils paarweise unter Abtrennung von allen übrigen Anschlüssen verbindet und/oder über die Anschlüsse zugeleitete Datenpakete separiert zwischen-

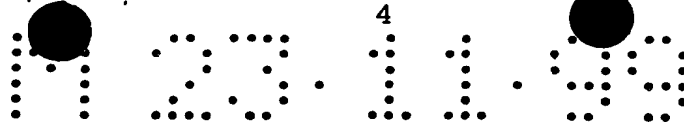
A. 23. 11. 90

speichert und dem jeweils adressierten Anschluß nur dann zu-
leitet, wenn dieser für Datenempfang frei ist.

Zusätzlich oder alternativ kann ein Bus vorgesehen sein, der
von einer Sendesteuerung überwachte Zugangssteuereinheiten
(MAC; Media Acces Controllers) miteinander verkettet, über
die der Bus mit zumindest einem zugeordneten Anschluß einer
Schaltnabe und/oder mit Datenmodulen, wie insbesondere zen-
trale Prozessorheit (CPU) sowie Slave-Prozessoren, verbunden
ist, wobei die Sendesteuerung die Zugangssteuereinheiten zy-
klisch bzw. nach vorgegebbarer Priorität exklusiv sendeberech-
tigt schaltet.

Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, durch ei-
ne besondere physikalische Struktur der Prozeßsteuerung
und/oder durch Steuerung des Datenaustausches kollidierende
Datenübermittlungen in einer Datenleitung zu verhindern. Da-
mit wird erreicht, daß keine unberechenbaren Verzögerungs-
zeiten beim Zugriff auf einen Bus bzw. eine Datenleitung
auftreten können und der Zeitbedarf eines Datenaustausches
genau bzw. in sehr engen Grenzen berechenbar wird.

Die miteinander verketteten Schaltnaben unterteilen die
durch sie gebildete Datenübertragungskette in eine Vielzahl
von Sektionen, die einerseits für voneinander unabhängige,
simultan durchgeführte Datensendungen zur Verfügung stehen
und andererseits bei entsprechender Schaltung der Schaltna-



ben eine einzige durchgehende Datenübertragungslineie bilden können.

Ein besonderer Vorzug der Schaltnaben besteht darin, daß die Möglichkeit geboten wird, prinzipiell an jeder Schaltnabe einen Anschluß als Programmiereneingang zu schalten. Dies bietet einerseits den Vorzug einer dezentralisierten Programmierung. Andererseits ist vorteilhaft, daß bei Programmierung von an die jeweilige Schaltnabe angeschlossenen Datenmodulen das die Schaltnaben verkettende Leitungssystem nicht belastet werden muß. Vielmehr kann der als Programmiereneingang geschaltete Anschluß einer Schaltnabe intern über die Schaltnabe mit deren anderen Anschlüssen und damit den dort angekoppelten Datenmodulen kommunizieren.

Der Bus bzw. die Busse mit Sendesteuerung sind vorzugsweise für Teilsysteme der Prozeßsteuerung vorgesehen und jeweils einem Anschluß einer Schaltnabe zugeordnet.

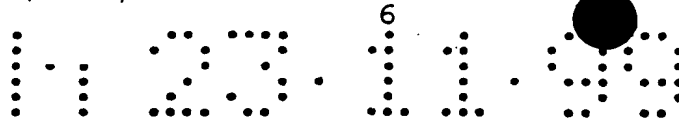
Dadurch wird der Vorteil erzielt, daß die Schaltnabe bzw. das Schaltnabensystem mit vergleichsweise wenig Anschlüssen konzipiert werden können, weil der vorgenannte Bus den ihm zugeordneten Schaltnabenanschluß entsprechend den zur Verfügung stehenden freien Zugangssteuereinheiten des jeweiligen Busses „vervielfacht“.

1. 23. 11. 90

Ein solches Bus-System mit Sendesteuerung besitzt zwar regelmäßig eine geringere Leistungskapazität als ein Schaltnaben-System, weil jeder Bus eine nicht in Untersegmente unterteilbare Einheit bildet und jeweils nur für eine Daten-sendung zu oder von einem an den Bus angekoppelten Datenmo-dul zur Verfügung steht. Jedoch ist ein solches Bus-System für Untersysteme oftmals vollauf ausreichend, insbesondere für solche Systeme, die nur einen vergleichsweise geringen Kommunikationsbedarf mit anderen Untersystemen der Prozeß-steuerung aufweisen und dementsprechend das Schaltnabensy-tem beim Betrieb der Prozeßsteuerung nur wenig belasten.

Bei der Kombination des Schaltnabensystems mit durch Sende-steuerung überwachte Bus-Systemen wird in vorteilhafter Wei-se der Tatsache Rechnung getragen, daß eine Prozeßsteuerung oftmals räumlich weit voneinander entfernte Teilsysteme, die ihrerseits aus räumlich vergleichsweise eng benachbarten Mo-dulen bestehen, vernetzen muß. Die räumlich eng benachbarten Module können dann durch die vergleichsweise preisgünstigen Bus-Systeme in herkömmlicher Leitungstechnik miteinander verkettet werden, während die Schaltnaben miteinander über Lichtwellenleiter oder sonstige Leitungssysteme kommunizie-ren, die für Datenübertragung über große Entfernungen konzi-piert und entsprechend kostenaufwendiger sind.

Jede Schaltnabe und jeder Bus mit Sendesteuerung bieten in prinzipiell gleicher Weise die Möglichkeit, den Zentralpro-



zessor einer speicherprogrammierbaren Steuereinheit mit zugeordneten Slave-Prozessoren bzw. Slave-Einheiten zu verknüpfen, und zwar derart, daß die Slave-Prozessoren bzw. Slave-Einheiten gegebenenfalls unter Umgehung des Zentralprozessors Daten mit beliebigen Datenmodulen der Prozeßsteuerung austauschen können.

Dadurch wird einerseits eine wesentliche Entlastung der Zentralprozessoren ermöglicht. Andererseits kann der notwendige Datenaustausch erheblich beschleunigt werden. Des weiteren kann der jeweilige Zentralprozessor die ihm obliegenden Aufgaben schneller abarbeiten, ohne durch Datenaustausch zwischen einem ihm zugeordneten Slave-Prozessor od.dgl. und anderen Teilen der Prozeßsteuerung „gestört“ zu werden.

Im übrigen wird hinsichtlich bevorzugter Merkmale der Erfindung auf die Ansprüche sowie die nachfolgende Erläuterung der Zeichnung verwiesen, anhand der bevorzugte Ausführungsvarianten der Erfindung näher beschrieben werden.

Dabei zeigt

Fig. 1 eine schematisierte Darstellung einer Schaltnabenkette und

Fig. 2 eine schematisierte Darstellung eines Bus-Systems mit Sendesteuerung.

7
N. 23. 11. 99

Gemäß Fig. 1 sind eine Vielzahl von Schaltnaben 1 miteinander, beispielsweise über Lichtleiterkabel 2, verkettet. Diese Schaltnaben 1 besitzen eine Vielzahl von Anschlüssen, die einerseits für die zur Verkettung der Schaltnaben dienenden Lichtleiterkabel 2 und andererseits für die Module einer speicherprogrammierbaren Steuerung 3 und/oder für eine Programmiervorrichtung 4 dienen.

Soweit die Schaltnaben 1 für andere Signalarten, im vorliegenden Beispiel optische Signale, vorgesehen sind als die an die Anschlüsse der Schaltnaben 1 anzukoppelnden Einheiten, die beispielsweise zur Verarbeitung elektrischer Signale vorgesehen sein können, sind entsprechende Schnittstellen bzw. Interface-Module 5 angeordnet bzw. in die Schaltnaben 1 oder die angeschlossenen Module 6 und 7 integriert.

Die Schaltnaben 1 können an ihren Anschlüssen eingehende Daten separiert speichern und über einen anderen Anschluß, der zu dem für die vorgenannten Daten gewünschten Empfänger führt, weiterleiten, wobei diese Weiterleitung nur bzw. erst dann erfolgt, wenn der vorgenannte andere Anschluß frei ist.

Die Speicherung der über einen Anschluß eingehenden Daten kann gegebenenfalls unterbleiben, wenn der andere Anschluß, über den diese Daten weitergeleitet werden müssen, bereits bei Eingang der vorgenannten Daten frei ist. Grundsätzlich kann aber auch in einem solchen Falle eine Zwischenspeiche-

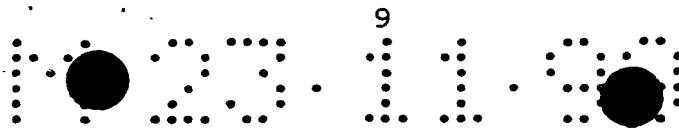
1 : 23 · 11 8 9

rung der Daten vorgesehen sein, wobei die Eingabe der Daten in den Speicher und die Sendung der Daten aus dem Speicher praktisch simultan erfolgen können und durch den Speicher eine „virtuelle“ Direktverbindung zwischen zwei Anschlüssen der Schaltnabe geschaffen wird.

Die speicherprogrammierbare Steuerung 3 umfaßt in grundsätzlich bekannter Weise eine Zentralprozessoreinheit 6 (CPU) sowie mehrere Slave-Prozessoren 7.

Eine Besonderheit der Erfindung liegt nun darin, daß sowohl die Prozessoreinheit 6 als auch die Slave-Prozessoren 7 jeweils gesonderten Anschlüssen der der jeweiligen speicherprogrammierbaren Steuerung 3 zugeordneten Schaltnabe 1 zugeordnet sind. Auf diese Weise wird die Möglichkeit geschaffen, daß jeder Slave-Prozessor 7 (oder ein sonstiges Datenmodul der speicherprogrammierbaren Steuerung 3) unter Umgehung der zugeordneten Zentralprozessoreinheit 6 über die zugeordnete Schaltnabe 1 mit prinzipiell beliebigen Datenmodulen der gesamten Prozeßsteuerung kommunizieren kann.

Gegebenenfalls kann die speicherprogrammierbare Steuereinheit zusätzlich einen Bus 8 aufweisen, über den die Zentralprozessoreinheit 6 sowie die Slave-Prozessoren 7 unter Umgehung der zugeordneten Schaltnabe 1 miteinander kommunizieren können.

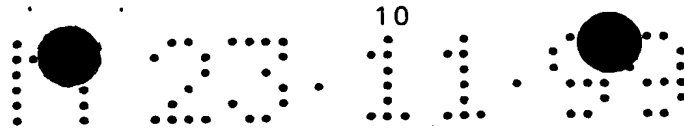


Wie weiter unten dargestellt wird, kann durch eine Sende-
steuerung eine Kollision von Datenübertragungen auf dem Bus
8 vermieden werden.

Im Beispiel der Fig. 1 besitzt eine Schalt-nabe 1' nur ver-
gleichsweise wenige Anschlüsse, im dargestellten Beispiel
drei Anschlüsse, von denen zwei Anschlüsse wiederum für
Lichtleiterkabel 2 zur Vernetzung mit anderen Schalt-naben 1
bzw. 1' vorgesehen sind, während ein Anschluß einem Bus-
System 9 zugeordnet ist, welches nachfolgend anhand der Fig.
2 erläutert wird.

Das Bus-System 9 der Fig. 2 besitzt einen Bus 10, der eine
Vielzahl von Zugangssteuereinheiten 11, auch als MACs, d.h.
Media Access Controllers bezeichnet, miteinander verknüpft.
Dabei dient die in Fig. 2 linke Zugangssteuereinheit 11 zum
Anschluß an die zugeordnete Schalt-nabe 1', wobei bei Bedarf
zwischen dieser Zugangssteuereinheit 11 und der Schalt-nabe
1' die Schnittstelleneinheit 5 vorgesehen kann, um die Si-
gnale des Schalt-nabensystems in die Signale des Bus-Systems
9 umsetzen zu können und umgekehrt.

Die übrigen Zugangssteuereinheiten 11 verbinden den Bus 10
mit der Zentralprozessoreinheit 6 sowie dem Slave-
Prozessoren 7 und/oder der Programmervorrichtung 4.



Den Zugangssteuereinheiten 11 ist eine gemeinsame Sendeberechtigungssteuerung 12 zugeordnet. Diese erhält einerseits über eingangsseitige Steuerleitungen 13 von den Zugangssteuereinheiten 11 Sendebereitschaftssignale, wenn das der jeweiligen Zugangssteuereinheit 11 zugeordnete Modul - Schaltnabe 1', Zentralprozessoreinheit 6 bzw. Slave-Prozessor 7 oder Programmervorrichtung 4 - Daten senden will oder entsprechende Daten in der jeweiligen Zugangssteuereinheit 11 gespeichert wurden. Über ausgangsseitige Steuerleitungen 14 erteilt die Sendeberechtigungssteuerung 12 den vorgenannten Zugangssteuereinheiten 11 selektiv Sendeberechtigungen.

Durch einen für alle Zugangssteuereinheiten 11 sowie die Sendeberechtigungssteuerung 12 gemeinsamen Taktgeber 15 wird ein Gleichtakt der mit dem Taktgeber 15 kommunizierenden Einheiten gewährleistet. Im übrigen kann beispielsweise vorgesehen sein, daß ein Sendeberechtigungssignal jeweils nur für einen Takt bzw. eine vorgegebene Taktzahl wirksam bleibt und danach erneuert werden muß.

Durch entsprechende Programmierung stellt die Sendeberechtigungssteuerung 12 sicher, daß jeweils nur über eine einzige Zugangssteuereinheit 11 Daten an den Bus 10 weitergegeben werden. Somit sind kollidierende Datensendungen ausgeschlossen. Dementsprechend kann die Übertragungskapazität des Bus-

11
10.23.11.99

ses 10 optimal, ohne jegliche Beeinträchtigung durch kollierende Datensendungen, genutzt werden.

Das Bus-System 9 bewirkt im Ergebnis eine Vervielfältigung des zum Bus-System 9 führenden Anschlusses der Schaltnabe 1'.

Im Hinblick auf die Erstehungskosten der gesamten Prozeßsteuerung ist vorteilhaft, wenn das Bus-System 9 in herkömmlicher elektrischer Schaltungstechnik ausgebildet ist, während für das Schaltnabensystem Lichtleitertechnik vorteilhaft sein kann. Das Schaltnabensystem dient dann zur Vernetzung über große Entfernungen, während das vergleichsweise kostengünstige Bus-System für eine Vernetzung über vergleichsweise kurze Entfernungen herangezogen wird.

Auch der Bus 8 in Fig. 1 kann entsprechend dem Bus-System 9 der Fig. 2 ausgebildet sein, lediglich mit dem Unterschied, daß der Bus 8 regelmäßig keinen direkten Anschluß an die benachbarte Schaltnabe 1 hat sondern lediglich zur internen Datenkommunikation der speicherprogrammierbaren Steuereinheit 3 dient.

Im Beispiel der Fig. 2 kann dagegen jedes an den Bus 10 angekoppelte Systemteil einerseits mit anderen an den Bus 10 gekoppelten Systemteilen und andererseits über die Schaltna-

12
123.1199

be 1' auch direkt mit Systemteilen an anderen Schaltnaben 1 kommunizieren.

Bei kleineren Prozeßsteuerungen könnte gegebenenfalls auch das Gesamtsystem entsprechend dem Bus-System 9 der Fig. 2 ausgebildet sein, wobei dann die in Fig. 2 linke Zugangssteuereinheit 11 anstatt mit der Schaltnabe 1' mit einem Slave-Prozessor 7 od.dgl. verbunden wäre.

Abweichend von der oben beschriebenen Ausführungsform können die Lichtleiterkabel 2 ganz oder teilweise auch durch elektrische Datenleitungen ersetzt sein, soweit das elektromagnetische Umfeld nicht zu Störungen bei der Datenübertragung führen kann. Die elektrischen Datenleitungen machen elektrooptische Umsetzer an den zugeordneten Ein- und Ausgängen der Schaltnaben 1 überflüssig, so daß ein besonders kostengünstiges System möglich wird.

Bei hohem elektromagnetischen Störpotential im Umfeld und/oder langen Leitungswegen sind in der Regel die Lichtleiterkabel 2 bevorzugt.

* * * * *

13
H 23 11 99

Ansprüche

1. Prozeßsteuerung mit miteinander verketteten Datenmodulen, insbesondere speicherprogrammierbaren Steuereinheiten (SPS), **gekennzeichnet**

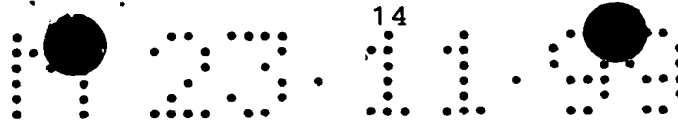
durch eine Verkettung von Schaltnaben (1,1') mit jeweils mehreren Anschlüssen sowie zugeordneter bzw. integrierter Speicheranordnung, wobei jede Schaltnabe ihre Anschlüsse jeweils paarweise unter Abtrennung von allen übrigen Anschlüssen verbindet und/oder über die Anschlüsse zugeleitete Datenpakete separiert zwischenspeichert und dem jeweils adressierten Anschluß nur dann zuleitet, wenn dieser für Datenempfang frei ist bzw. frei werden kann.

2. Prozeßsteuerung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

daß Verbindungen zwischen den Anschlüssen einer Schaltnabe (1,1') und/oder Weiterleitungen gespeicherter Daten zu einem der Anschlüsse nach vorgebbaren Prioritäten erfolgen.

3. Prozeßsteuerung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,**

daß an zumindest einer Schaltnabe (1) zumindest ein Anschluß als Programmierereingang (4) geschaltet ist.



4. Prozeßsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Anschlüsse einer Schaltgabe (1) zu weiteren Schaltgaben sowie einer Zentralprozessoreinheit (6) und zugeordneten Slave-Prozessoren (7) führen.

5. Prozeßsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Schaltgaben (1,1') über Lichtleiterkabel (2) miteinander verkettet bzw. vernetzt sind.

6. Prozeßsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Schaltgaben (1,1') zumindest teilweise über elektrische Datenleitungen miteinander verkettet bzw. vernetzt sind.

7. Prozeßsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,

daß alternativ zu den Schaltgaben (1,1') bzw. an einem Anschluß zumindest einer Schaltgabe (1') ein Bus-System (9) vorgesehen ist, welches von einer Sendeberechtigungssteuerung (12) überwachte Zugangssteuereinheiten (11) miteinander verkettet, über die der Bus (10) des vorgenannten Systems (9) mit dem zugeordneten Anschluß der Schaltgabe (1') und/oder mit Datenmodulen, wie Zentralprozessoreinheit (6),

15
NOV 11 1990

Slave-Prozessoren (7) und/oder Programmervorrichtung (4), verbunden ist, wobei die Sendeberechtigungssteuerung (12) die Zugangssteuereinheiten (11) zyklisch und/oder nach vorgegebbarer Priorität exklusiv sendeberechtigt schaltet..

8. Prozeßsteuerung mit miteinander verketteten Datenmodulen, insbesondere speicherprogrammierbaren Steuereinheiten (SPS), insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

dadurch gekennzeichnet;

daß zumindest ein Teil der Datenmodule (4,6,7) miteinander über ein Bus-System (9) verbunden ist, welches von einer Sendeberechtigungssteuerung (12) überwachte Zugangsteuereinheiten (11) miteinander verkettet, über die der Bus (10) des Bus-Systems (9) Daten von den Datenmodulen (4,6,7) erhält, wobei die Sendeberechtigungssteuerung (12) die Zugangssteuereinheiten (11) zyklisch und/oder nach vorgegebbarer Priorität exklusiv sendeberechtigt schaltet.

9. Prozeßsteuerung nach Anspruch 7 oder 8,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Zugangssteuereinheiten (11) Sendedaten der zugeordneten Datenmodule bis zur Sendeberechtigung zwischenspeichern.

* * * * *

1.23.11.99

Zusammenfassung

Prozeßsteuerung

Durch eine neue Konfiguration werden kollidierende Datensendungen auf Datenübertragungswegen verhindert. Dadurch erübrigen sich wiederholte Sendeversuche nach solchen Kollisionen. Die Übertragungskapazität des Datennetzes der Prozeßsteuerung kann somit optimal genutzt werden. Dies führt zu erheblich beschleunigter Steuerung.

* * * * *

1101/2

1690010

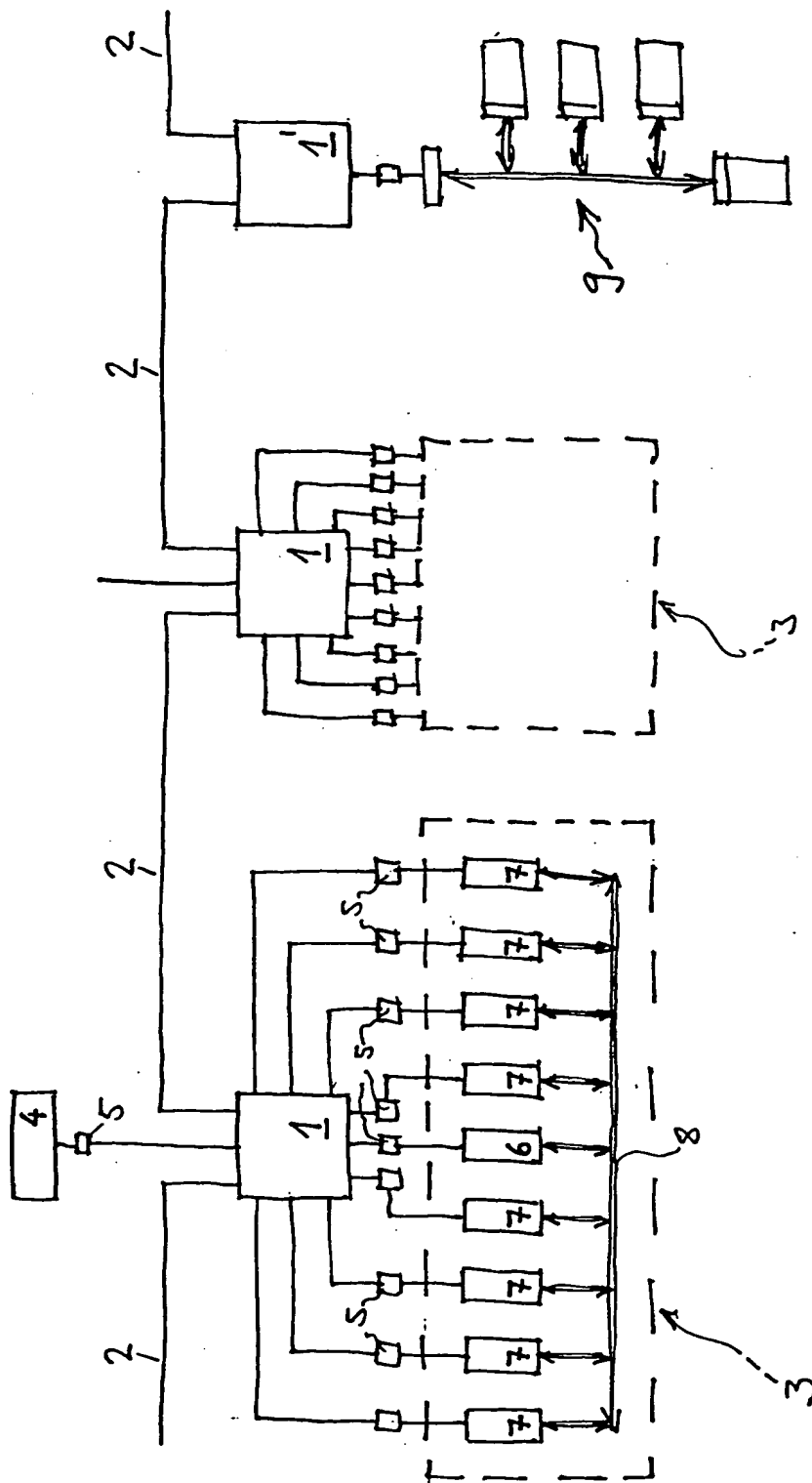


Fig. 1

212
 1. 23. 11. 99

169 0010

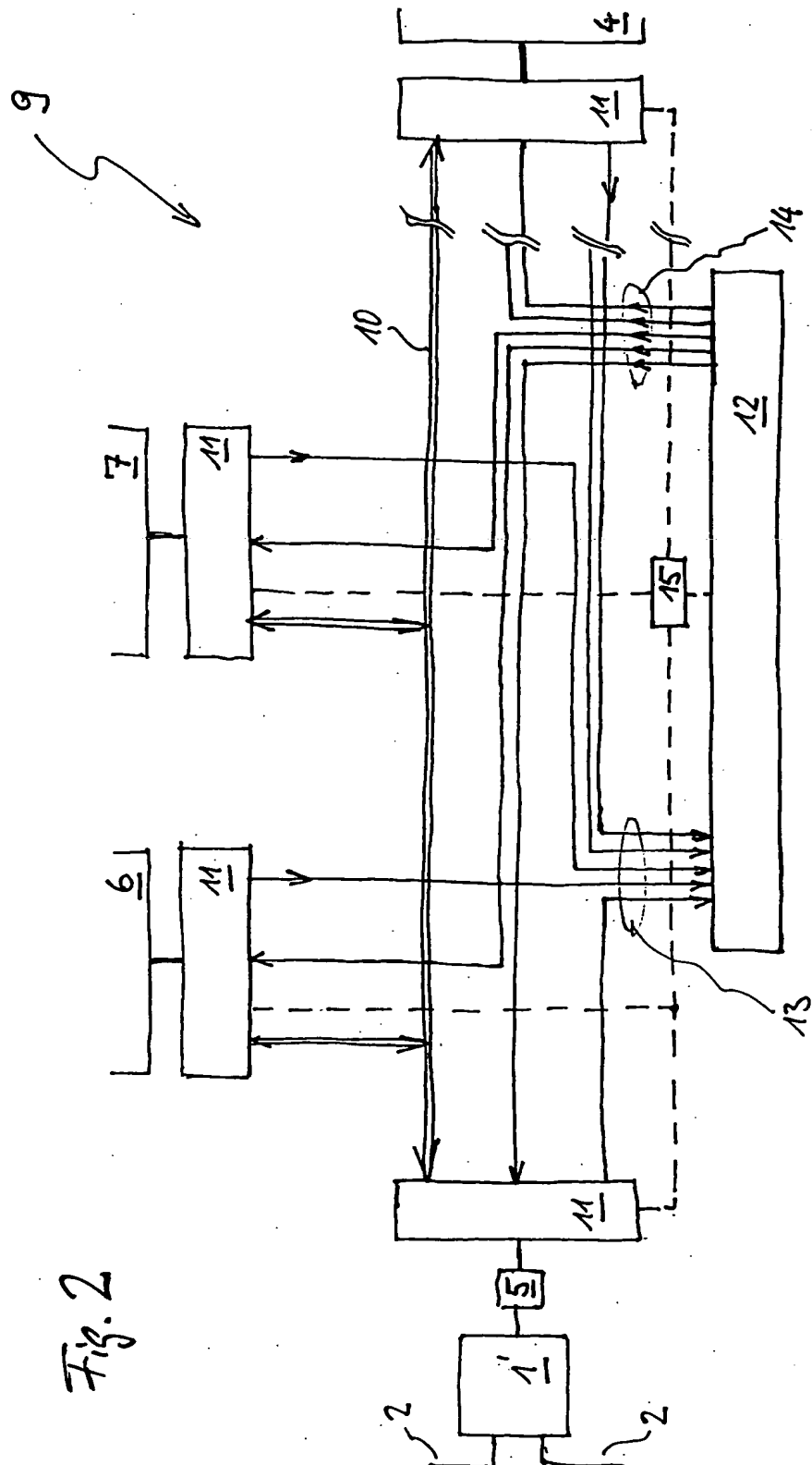


Fig. 2

THIS PAGE BLANK (USPTO)